感部の出力電圧と温度信号は、データ処理部の増幅器で増幅されたのち、A/D変換器でデジタル値に変換され、10 秒間隔で連続的に記録される。データの取得が行われる時間は日の出 20 分前から日の入 20 分後までの間である。
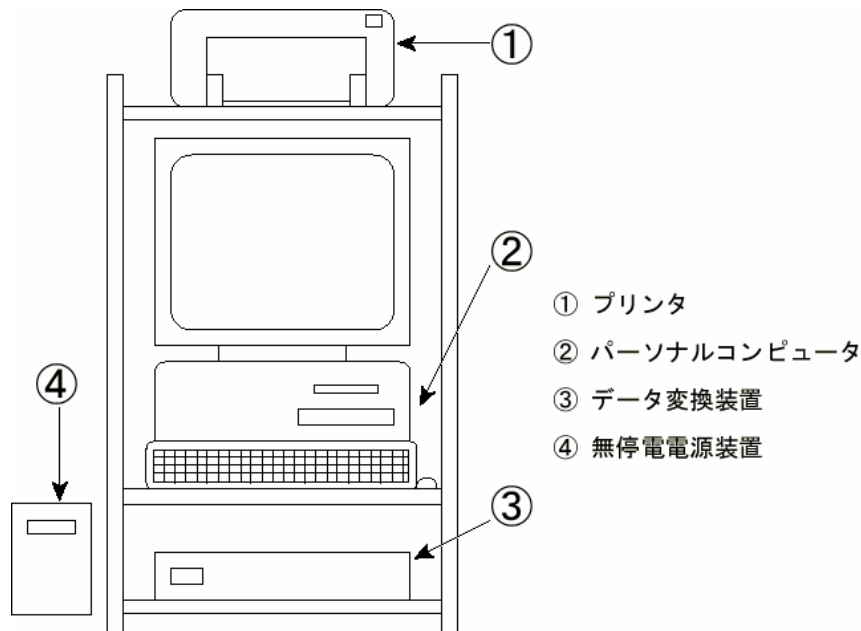
図 8.5　日射データ処理部

８．４．２　観 測 方 法

８．４．２．１　直達日射量瞬間値

(1) 観測は地方真太陽時（LAT）の９時、12 時（南中時刻）及び 15 時に行う（１日３回）。
　地方真太陽時（LAT）は中央標準時から自動的に計算される。
(2) 観測時刻に、太陽面及びその周辺に雲や煙霧があって記録が乱れているときは、観測時刻の前後 30 分間の範囲内で､太陽面及びその周辺に雲や煙霧がないと推定できる安定した箇所を捜し、そのときの値（10 秒ごとの瞬間値）が取得される。なお安定した箇所がないときには、値は取得されない。
(3) 直達日射量瞬間値は 0.01ｋＷ・m^{-2} 単位（小数第３位を四捨五入）で記録される。
(4) 直達日射量瞬間値と現地気圧を用いて、８．５で述べる大気の透過率及び混濁係数が計算される。

８．４．２．２　直達日射積算量

(1) 観測は中央標準時により行う。
(2) 直達日射積算量は、10 秒ごとの瞬間値から自動的に計算され、１時間積算量、日積算量ともに 0.01MJ・m^{-2} 単位（小数第３位を四捨五入）で収録される。
(3) 日積算量は１時間積算量の合計値とする。停電などのために１時間積算量が得られないときは、その１時間について欠測とし、その日の日積算量は求めない。

８．４．３　注 意 事 項

感部及び太陽追跡部は、全天候型の構造になっているので、通常は連続作動させる。また、データ処理プログラムの更新により操作方法の変更もあるので最新の取扱説明書を熟読しておく。

正しい観測値を得るためには、日常の保守点検が必要である。保守点検は、次の要領で行う。

(1) 感部は開口角が狭いため、風防ガラスにちりやほこり、露、霜、氷、雪などが付着すると、出力に著しい影響を与えるので、羽毛ブラシや柔らかい布（ガーゼ等）を用いて取り除く。取りにくいものは水洗いする。
(2) 感部の後部に入っている乾燥剤の状態は毎月点検を行い、定期的に交換する。
(3) 日射データ処理部の時刻表示が正しいかどうかを確認し、ズレているときは、日の入１時間後から日の出１時間前までの間の適当な時間を選んで、設定し直す。
(4) 停電があった場合、直達日射観測装置は無停電電源によって、少なくとも５分間は保持されているが、復電後各部の点検を行い正常であることを確認する。異常が発見された場合は取扱説明書に従い再設定する。
(5) 月に少なくとも１回は、直達日射観測装置の定期点検を行う。ただし、日射データ処理部については日の入１時間後から日の出１時間前までの間の適当な時間を選んで行う。定期点検は、点検要領及び取扱説明書に従って行い、結果については部内検査まで保存する。

８．５　大気の透過率及び混濁係数

８．５．１　直達日射の減衰

直達日射の強さは、大気路程により指数関数的に減少する。地上に到達する波長λの直達日射の強さ$I(\lambda)$は、Beer の法則により、次式で表される。

$$I(\lambda)=I_0(\lambda)\exp(-k(\lambda)\cdot m) \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

ここで、

$I_0(\lambda)$　：波長λにおける大気外日射量

$k(\lambda)$　：大気路程が１であるときの大気の光学的厚さ（垂直気柱について直達日射の減衰係数）

m　：大気路程（日射が通過する大気層の厚さで鉛直方向の気層の厚さを１とする）

この関係から、地上で観測された直達日射量を基に、大気の光学的厚さを求めることによって、大気の光学的状態を把握することができる。

Beer の法則は、単一波長の日射に関する法則であり、$k(\lambda)$は波長に依存している。一方、気象庁で行っている直達日射観測は、約 0.3～3.0 μm の波長域を対象としているが、波長積分した場合にも上記の式が成り立つとして、以下に述べる透過率及び混濁係数を求める。

８．５．２　透過率

波長積分した日射に対する減衰の式を次式で表す。

$$I(\lambda)=I_0\exp(-k\cdot m) \quad \cdots\cdots (2)$$

ここで、ｋはｋ（λ）の波長平均値である。さらに、exp（－ｋ）＝Ａとおくと、

$$I=I_0 A^m$$

$$\ln A=\frac{1}{m}\ln\frac{I}{I_0} \quad \cdots\cdots (3)$$

となる。ｍはKastenの式を用いて近似される。

$$m=\frac{1}{\sin(h)+0.1500(h+3.885)^{-1.253}} \quad \cdots\cdots (4)$$

ここで、hは太陽高度角(°単位)である。

透過率は、上式のＡとして定義され、大気路程を１としたときの大気外日射量に対する地上に到達した直達日射量の割合を示す。

一般に、短波長成分の日射ほど早く減衰する。このため、大気路程が長くなると長波長成分の日射が多くなり、減衰しにくくなるため、見かけ上透過率が大きくなる。大気路程の異なる透過率を比較する場合には、この点に注意する必要がある。

透過率Ａは、1/100の位まで求める。

８．５．３　混濁係数

大気の混濁状態を表す指標としては、大気中の全組成の光学的厚さを表すリンケの混濁係数、ホイスナー・デュボアの混濁係数、エーロゾルのみの光学的厚さを表すオングストロームの混濁係数などがある。オングストロームの混濁係数の場合は、直達日射の分光観測が必要である。

気象庁では、リンケの混濁係数から求められるホイスナー・デュボアの混濁係数を採用している。

（２）式のｋは、日射減衰にあずかる要素に分けて、

$$k=\frac{b}{b_0}Ea+kg+ka \quad \cdots\cdots (5)$$

と表すことができる。

ここで、

Ｅａ：　標準気圧、大気路程１のときのレイリー散乱（空気分子散乱）による光学的厚さの波長平均値

ｋｇ：　気圧ｂ、大気路程１のときの気体の吸収による光学的厚さの波長平均値

ｋａ：　気圧ｂ、大気路程１のときのエーロゾルの吸収、散乱による光学的厚さの波長平均値

ｂ　：　観測時の現地気圧

b_0　：　標準気圧(1013.25hPa)

である。

（５）式を（２）式に代入すると、

$$I = I_0 \exp\left(-\left(\frac{b}{b_0}Ea + kg + ka\right)m\right) \cdots\cdots (6)$$

さらに、係数τ_Gを導入して

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{b}{b_0}Ea\cdot\tau_G\cdot m\right)$$

$$\tau_G = -\frac{1}{\frac{b}{b_0}Ea\cdot m}\ \ln\frac{I}{I_0} \cdots\cdots (7)$$

と表すことができる。

この場合のτ_Gがリンケの混濁係数で、水蒸気・オゾン・エーロゾル・二酸化炭素など諸々の物質を含む現実大気の光学的厚さが、空気分子のみが存在するとした仮想大気（レイリー大気）の光学的厚さの何倍であるかを表す量である。

τ_Gを求めるために必要なＥａは、絶対大気路程（b/b_0）ｍの関数として与えられるため、ｍが等しくとも、気圧が異なる場合、観測値を相互比較することができない。このため、ホイスナー・デュボアは、τ_Gを標準気圧に更正することを提案した。τ_Gを標準気圧に更正したものがホイスナー・デュボアの混濁係数τ_0である。

τ_Gとτ_0の関係は、次式で表される。

$$\tau_0 = 1 + (\tau_G - 1)\frac{b}{b_0}\cdot\frac{Ea}{Eu} = 1 + (\tau_G - 1)\,U \cdots\cdots (8)$$

ここで、Ｅｕは標準気圧、大気路程ｍのときのレイリー大気の光学的厚さである。

τ_Gとτ_0の算出のもとになる量はＥａ（またはＥｕ）及びｍであり、Ｅａ（またはＥｕ）算出には浅野、村井、山内の関数近似式を用いる。

$$Ea\left(\frac{b}{b_0}m\right) = 0.1201 - 3.067\cdot10^{-2}\left(\frac{b}{b_0}m\right) + 9.297\cdot10^{-3}\left(\frac{b}{b_0}m\right)^2$$

$$-1.924\cdot10^{-3}\left(\frac{b}{b_0}m\right)^3 + 2.168\cdot10^{-4}\left(\frac{b}{b_0}m\right)^4 - 9.91\cdot10^{-6}\left(\frac{b}{b_0}m\right)^5 \cdots (9)$$

ただし$\left(0.5 \le \frac{b}{b_0}m \le 6\right)$

$$Eu = Ea(m) \cdots\cdots (10)$$

（4）式で求めたmと（9）式で求めたＥａを用いて（7）式よりτ_Gを計算し、次に、このτ_Gと（9）式及び（10）式で求めたＥａ及びＥｕを用いて（8）式よりτ_0を計算する。τ_0の値は、1/10の位まで求める。

なお、透過率及びホイスナー・デュボアの混濁係数の計算に必要な現地気圧は、95型からＬＡＮを経由して自動的に取得する。